

Biblio3W

REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFÍA
Y CIENCIAS SOCIALES

Universidad de Barcelona.

ISSN: 1138-9796.

Depósito Legal: B. 21.742-98

Vol. XX, núm. 1114

15 de marzo de 2015



O que é relevante para planejar e gerir resíduos sólidos? Uma proposta de definição de variáveis para a formulação e avaliação de políticas públicas

Christian Luiz da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
christiansilva@utfpr.edu.br,

Gabriel Massao Fugii

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
gabriefugii@hotmail.com

Nadia Solange Schimdt Bassi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
sbnadia@gmail.com

Alain Hernández Santoyo

Universidad de Pinar del Río
santoyocu@upr.edu.cu

O que é relevante para planejar e gerir resíduos sólidos? Uma proposta de definição de variáveis para a formulação e avaliação de políticas públicas (Resumo)

O aumento na geração dos resíduos sólidos é um problema para a sociedade e encontrar formas para o seu equacionamento e disposição ambientalmente segura é um dos maiores desafios atuais. O objetivo deste artigo é determinar as variáveis mais relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos urbanos. O trabalho avaliou modelos teóricos de gestão de resíduos e apresentou uma proposição teórica de um modelo a partir destes estudados. A partir deste modelo teórico, o método permitiu definir um modelo ajustado com a percepção de um painel de especialistas. A pesquisa é exploratória e descritiva, utiliza método bibliográfico e documental e, posteriormente, o levantamento das principais variáveis com especialistas por meio da técnica Delphi. Como resultado, definiu-se um modelo

Recibido: 4 de julio de 2014

Devuelto para revisión: 27 de octubre de 2014

Aceptado: 8 de diciembre de 2014

de análise da avaliação e proposição da gestão de resíduos, que estabelece as principais variáveis, por grau de relevância, para planejar e gerir resíduos sólidos.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos, planejamento urbano, modelos teóricos

What is relevant for planning and managing solid waste? A proposed for variables definition for formulation and evaluation of public policies (Abstract)

The increase in the generation of solid waste is a problem for society and find ways for your equation and environmentally safe disposal is one of the biggest challenges today. The objective of this paper is to determine the most relevant variables for proposing and evaluating public policies for the urban solid waste management. The study evaluated theoretical models of waste management and presented a theoretical proposition of a model from these studied. From this theoretical model, the method allowed the definition of a model adjusted to the perception of an expert panel. The research is exploratory and descriptive, using bibliographic and documentary method and subsequently lifting the main variables with experts through the Delphi technique. As a result, we defined a model assessment analysis and proposition of waste management, which establishes the main variables, their degree of relevance to plan and manage solid waste.

Keywords: Management of solid waste, Regional Planning, Theoretical Models.

¿Qué es relevante para la planificación y gestión de residuos sólidos? Una propuesta de definición de variables relevantes para la formulación y evaluación de políticas públicas (Resumen)

El incremento en la generación de residuos sólidos es un problema para la sociedad y encontrar maneras para que su ecuación y eliminación ambientalmente segura es uno de los mayores retos en la actualidad. El objetivo de este trabajo es determinar las variables más relevantes para proponer y evaluar las políticas públicas para la gestión de residuos sólidos urbanos. El estudio evaluó los modelos teóricos de la gestión de residuos y presentó una proposición teórica de un modelo de estas estudiado. A partir de este modelo teórico, el método permite la definición de un modelo ajustado a la percepción de un panel de expertos. La investigación es exploratoria y descriptiva, utilizando el método bibliográfico y documental y, posteriormente, el levantamiento de las principales variables con expertos a través de la técnica Delphi. Como resultado, se definió un modelo de evaluación de análisis y propuesta de la gestión de residuos, que establece las principales variables, su grado de relevancia para planificar y gestionar los residuos sólidos.

Palabras clave: Gestión de residuos sólidos, planificación urbana, Modelos teóricos.

A falta de gestão e políticas públicas para resíduos sólidos ocasionam graves problemas ambientais como a degradação do solo, dos corpos d'água e mananciais, poluição do ar, enchentes, proliferação de vetores causadores de doenças, além de contribuírem para o aquecimento global¹.

O crescimento e a longevidade da população, a urbanização, a expansão do consumo de novas tecnologias, as alterações no estilo de vida e os modos de produção,

¹Jacobi; Besen, 2011; Gouveia, 2012; Gouveia, 1999.

acarretamento da produção de resíduos, tanto em quantidade como em diversidade², o que tornou imprescindível a implementação de políticas públicas visando sanar ou minimizar esses problemas³.

Dessa forma, em 2010, foi instituída no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que traz princípios, objetivos, instrumentos, responsabilidades, definições e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos⁴ e o Decreto nº 7.404, que criou como um dos seus principais instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos⁵.

Porém, para implementar ações estratégicas que visem solucionar os problemas atuais e futuros, é preciso conhecer as alternativas tecnológicas de tratamento, bem como as ações que interferem em um sistema integrado. Para que isso ocorra, é evidente a necessidade de um processo eficaz para determinar “Quais são as variáveis relevantes aplicadas a uma gestão integrada de resíduos sólidos urbanos para proposição e avaliação de políticas públicas deste tema?”

A escolha das ações de maior relevância representa, a partir dos estudos prospectivos, uma redução das incertezas futuras e dos riscos. Assim, o pressuposto é que a prospecção das variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos possa auxiliar na tomada de decisão e implantação de determinadas variáveis em um contexto complexo, caracterizado pelas diversas possibilidades de ações somadas a dificuldades financeiras e tecnológicas, característica da atual gestão de resíduos sólidos da maioria dos municípios. Assim, o objetivo deste artigo é determinar as variáveis mais relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos urbanos.

Pressupõe-se que ao escolher as ações mais influentes dentro de um sistema integrado, se possa desencadear uma série de benefícios para a sociedade e o município ao longo do tempo. Como por exemplo: cessar a despesa de recursos públicos de forma equivocada e inadequada; melhorar qualitativamente a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos; gerar novos empregos, formar novas associações, cooperativas, usinas de compostagem, e ampliar o mercado em torno da reciclagem, da compostagem e do aproveitamento energético.

Essas ações podem propiciar o desenvolvimento regional, com a geração de novos recursos financeiros, tanto para os trabalhadores que atuam diretamente com a cadeia de resíduos sólidos, como para o próprio município.

Os novos recursos financeiros poderiam financiar o aprimoramento das demais etapas presentes no sistema integrado de resíduos sólidos urbanos além de fomentar pesquisas, capacitação e aprimoramento técnico dos trabalhadores gerando desenvolvimento tecnológico. Todas estas pressuposições contribuem para o avanço da gestão de resíduos sólidos urbanos, além de colaborar com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

²Jacobi; Besen, 2011; Gouveia, 2012

³Monteiro Et al, 2001

⁴Brasil, 2010a

⁵Brasil, 2010b

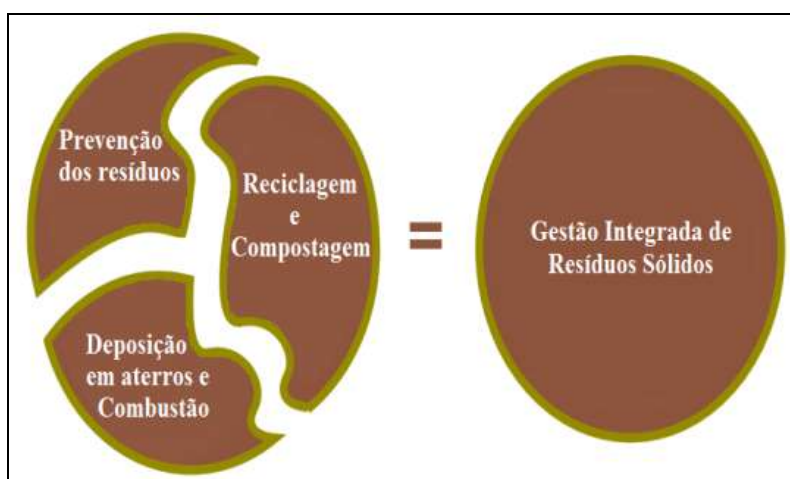
Para responder a pergunta de pesquisa deste trabalho foi utilizada uma série de procedimentos técnicos, entre eles, um levantamento, que seguiu a metodologia da técnica Delphi, com a participação inicial de 120 especialistas como professores e pesquisadores do tema, das diversas instituições de ensino superior do país. O procedimento possibilitou identificar as variáveis mais relevantes na gestão de resíduos sólidos urbanos. Com a identificação foi possível aferir relações diretas entre as variáveis constituintes do sistema e compor uma matriz.

O artigo está organizado em 5 partes. A primeira traz a introdução do tema, a segunda discute sobre os modelos de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Em seguida é apresentado os procedimentos metodológicos. A quarta parte trata sobre a aplicação do modelo de gestão de resíduos sólidos urbanos e na última parte estão descritas as considerações finais.

Modelos de gerenciamento integrado de resíduos sólidos

A gestão de resíduos sólidos inclui medidas destinadas a reduzir os resíduos e seus efeitos adversos sobre o ambiente⁶. O objetivo da gestão sustentável de resíduos é lidar com o lixo da sociedade, de forma que seja ambientalmente eficiente, economicamente viável e socialmente aceitável⁷.

Figura 1
Gerenciamento integrado de resíduos sólidos



Fonte: Environmental...2002⁸.

Grande parte dos resíduos pode ser desviada para a recuperação de recursos e materiais, gerando uma redução substancial no volume final e novas receitas para financiar a gestão desses resíduos, constituindo, assim, um sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (GIRS) com base no princípio dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar)⁹.

⁶Zurbrügg, 2003

⁷Thomas; Mcdougall, 2005

⁸Environmental... 2002

⁹United..., 2009.

O conceito de gestão integrada de resíduos combina os fluxos de resíduos com a coleta de lixo e os métodos de tratamento e disposição. O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deve integrar os tratamentos de reciclagem, compostagem, combustão com a prevenção dos resíduos e a deposição em aterros sanitários, interagindo entre si e tornando-se algo único¹⁰, como demonstrado na figura 1.

De acordo com Othman *et al.* (2012)¹¹, uma hierarquia de resíduos é muitas vezes sugerida e utilizada na elaboração de políticas de tratamento para a gestão de resíduos sólidos. Diversas versões de hierarquias de tratamento de resíduos sólidos existem e semelhante hierarquia já apresentada é demonstrada por Finnveden *et al.* (2005)¹².

Figura 2
Hierarquia para o gerenciamento de resíduos sólidos



Fonte: Finnveden *et al.* (2005).

Uma das abordagens mais importantes na hierarquia dos resíduos é identificar as áreas onde devem ser tomadas medidas específicas. Aspectos técnicos, ambientais e econômicos devem ser avaliados criticamente para demonstrar o desempenho de alternativas de gestão no processo de tomada de decisões¹³.

Para cada uma das atividades (coleta, transporte, tratamento e disposição final) realizadas dentro do gerenciamento integrado, existe a necessidade de um planejamento cuidadoso, com metas e objetivos alcançáveis. Nesse processo estão envolvidas escolhas de curto e longo prazo e fatores institucionais, sociais, financeiros, econômicos, técnicos e ambientais.

O desenvolvimento e implementação de um gerenciamento integrado exigem também dados detalhados sobre a situação presente para que se possa antecipar a situação futura dos resíduos, as estruturas políticas de apoio, conhecimento e capacidade de desenvolver planos, sistemas, tecnologias ambientalmente saudáveis e instrumentos financeiros adequados para apoiar a sua implementação¹⁴.

¹⁰Thomas; Mcdougall, 2005; Zantae Ferreira, 2003

¹¹Othman Et al, 2012

¹²Finnveden Et al, 2005

¹³Banar Et al, 2009

¹⁴United..., 2009).

Pensando dessa forma, a Agência Norte Americana de Proteção Ambiental criou um quadro, que leva em conta diversos fatores, questões e passos a serem investigados (quadro 1).

Quadro 1
Questões e passos a considerar antes de desenvolver um plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos

Fatores	Questões a considerar	Passos a tomar
Institucional (Leis e processos)	Existem leis e políticas adequadas para permitir que o governo implante uma gestão integrada de resíduos sólidos?	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer uma política nacional e leis sobre gerenciamento de resíduos sólidos. - Identificar papéis e responsabilidades de cada nível de governo. - Garantir um local de governo, com autoridade e recursos para implantar um plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.
Social (costumes, práticas religiosas e educação)	Que tipos de resíduos a população gera e como geri-los?	<ul style="list-style-type: none"> - Encorajar os cidadãos a participarem em todas as fases do planejamento de gerenciamento de resíduos, contribuindo para a conscientização e aceitação.
Financeiro (captação financeira)	Onde obter recursos para a criação de um sistema de gestão de resíduos sólidos?	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar fontes de financiamento para a gestão de resíduos sólidos, incluindo receitas gerais ou taxas de utilização.
Economia (custos e criação de trabalho)	Qual será o custo para implementar várias atividades de gestão de resíduos?	<ul style="list-style-type: none"> - Calcular as necessidades de investimento de capital inicial e custos de manutenção, associados com atividades de gestão de resíduos de longo prazo. - Avaliar a condição de o público pagar. - Avaliar atividades baseadas na eficácia do tratamento de resíduos e potencial de criação de emprego.
Técnico (localização e equipamento)	Onde construir instalações e quais equipamentos utilizar?	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir fatores geológicos, distância, transporte e projeção de geração de resíduos. - Determinar quais equipamentos e treinamentos serão necessários para as tarefas de gerenciamento
Ambiental (recursos naturais e saúde humana)	Como as atividades dentro da gestão irão afetar o ambiente?	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer procedimentos para verificar a proteção do solo e da água. - Fiscalizar o cumprimento das normas nacionais, para garantir que os riscos para a saúde humana sejam minimizados.

Fonte: United... (2002).

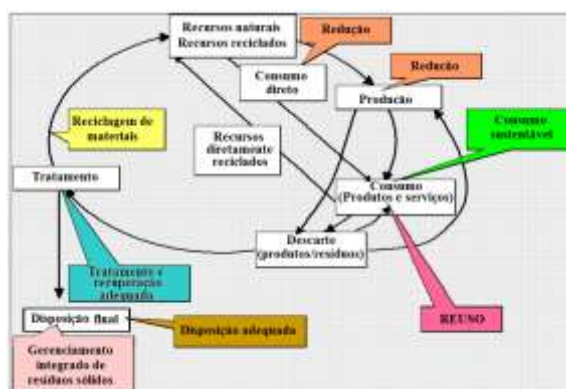
Para o Programa Ambiental das Nações Unidas, o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos possui três perspectivas. A primeira está relacionada com a avaliação do ciclo de vida de um produto desde a sua produção até seu consumo (figura 3). A redução do consumo e a utilização de produtos descartados no sistema de produção substituem novos recursos, podendo levar à redução da geração de resíduos no fim do

ciclo. Desta forma menos esforços e recursos seriam necessários para a disposição final dos resíduos¹⁵.

De acordo com Othman *et al.*¹⁶, a avaliação do ciclo de vida, precisa ser realizado para avaliar, identificar e diagnosticar possíveis melhorias em reduzir e controlar os impactos criados durante as práticas do gerenciamento dos resíduos sólidos. Impactos que ocorrem desde a sua retirada da natureza até sua destinação final. Antes de uma destinação final sem nenhum aproveitamento, a avaliação do ciclo de vida do produto possibilita a redução da retirada de recursos do meio ambiente, através da utilização máximo dos recursos já extraídos.

Compreender sua criação e os elementos utilizados possibilita a construção de produtos mais duráveis e com características que facilitem sua transformação ou reaproveitamento. Com relação ao trabalho desenvolvido, a compreensão do ciclo de vida contribui para uma redução dos resíduos destinados aos aterros sanitários, além de possibilitar empregos de atores e redes sociais e econômicas que aproveitem melhor estes produtos.

Figura 3
Gerenciamento integrado de resíduos sólidos baseado no ciclo de vida do produto



Fonte: United..., 2009.

Visando a melhor transformação e aproveitamento dos resíduos o ciclo deve estar integrado com as demais etapas da cadeia de gestão de resíduos sólidos, desde a segregação correta na fonte geradora, recolhimento e transportes adequados, além de espaços dotados de infraestrutura e pessoas capacitadas para a segregação dos resíduos passíveis de reaproveitamento e possibilidades de transformação, bem como possuir toda uma rede estruturada que possa processar os resíduos segregados.

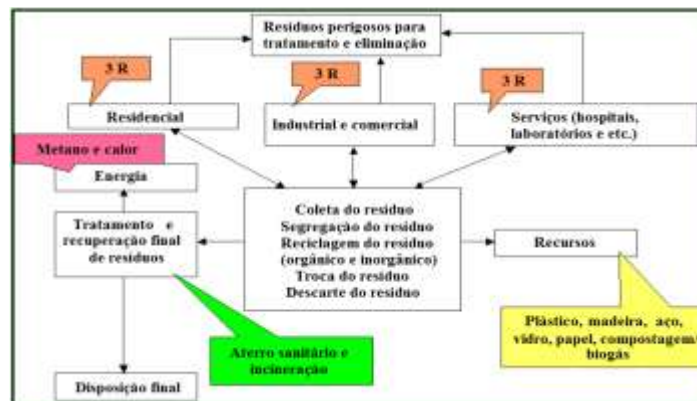
O segundo conceito de gerenciamento integrado de resíduos sólidos é baseado na geração a partir de diferentes fontes (doméstico, comercial, industrial e agrícola). Estes resíduos podem ser classificados como resíduos perigosos e não perigosos (figura 4). Os perigosos necessitam ser segregados na fonte e tratados para eliminação de acordo com as normas. A abordagem 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) é aplicável tanto na fonte,

¹⁵Idem

¹⁶Othman *Et al*, 2012

bem como nos diferentes níveis da cadeia de gestão de resíduos sólidos, incluindo coleta, transporte, tratamento e disposição¹⁷.

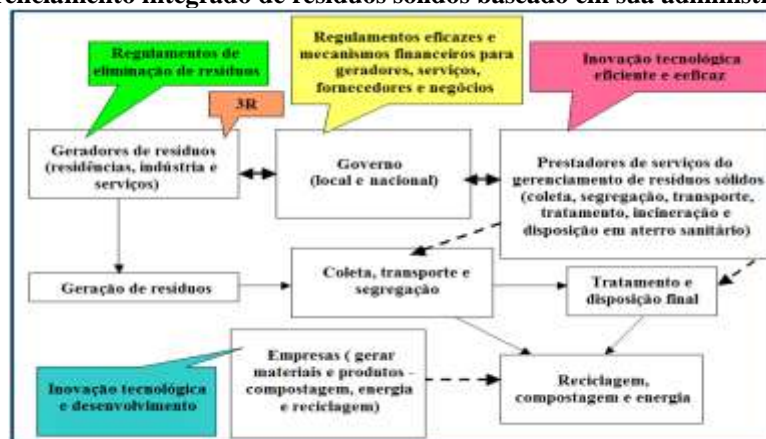
Figura 4
Gerenciamento integrado de resíduos sólidos baseado na geração a partir de diferentes fontes



Fonte: United...2009¹⁸.

O terceiro conceito de gerenciamento integrado de resíduos sólidos é baseado em sua administração (figura 5). Inclui regulamentos, leis, instituições, mecanismos financeiros, tecnologia, infraestrutura e o papel dos vários atores na cadeia de gestão de resíduos sólidos¹⁹.

Figura 5
Gerenciamento integrado de resíduos sólidos baseado em sua administração.



Fonte: United... (2009).

Técnicas de análise de sistemas têm sido aplicadas para lidar com fluxos de resíduos sólidos, através de uma série de metodologias integradoras nas últimas décadas. Um

¹⁷ United... (2009)

¹⁸ Idem

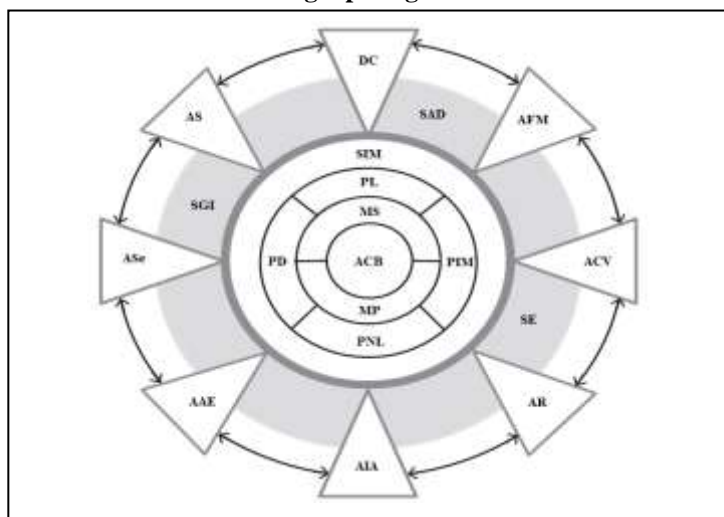
¹⁹ United..., 2009

total de cinco modelos de engenharia de sistemas e nove instrumentos de avaliação foram classificados para guiar os desafios, tendências e perspectivas²⁰.

Os modelos de engenharia de sistemas são constituídos pela: análise de custo e benefício (ACB), modelos de previsão (MP), modelos de simulação (MS), modelos de otimização (MO) e sistema integrado de modelagem (SIM).

Os modelos de otimização são observados na figura 6, como a programação linear (PL), programação inteira mista (PIM), a programação não-linear (PNL) e os modelos de programação dinâmica (PD) perspectivas²¹.

Figura 6
O centro de tecnologia para gestão de resíduos sólidos



Fonte: Chang *et al.* (2009)²².

As ferramentas de avaliação do sistema, inclui o sistema de gerenciamento de informações (SGI), sistema de apoio à decisão (SAD), sistema especialista (SE), desenvolvimento de cenários (DC), a análise do fluxo de materiais (AFM), a avaliação do ciclo vida (ACV), avaliação de risco (AR), avaliação de impacto ambiental (AIA), avaliação ambiental estratégica (AAE), avaliação socioeconômica (ASe) e avaliação sustentável (AS)²³.

Nos quadros 2 e 3 estão descritos os tipos de modelos de engenharia e ferramentas de avaliação do sistema e suas contribuições para o gerenciamento de resíduos sólidos.

²⁰ Pires; Martinho; Chang, 2012

²¹ Idem

²² Chang Et al, 2009

²³ Pires; Martinho; Chang, 2012

Quadro 2
Tipos de modelos de engenharia de sistemas, definições e contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos.

Tipos de modelos de engenharia de sistemas	Descrição	Contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos
Análise do custo benefício	Avalia os efeitos positivos e negativos, físicos e econômicos de forma independente ou simulação de apoio e modelos de otimização para a análise dos sistemas.	Esses modelos podem traduzir aspectos ambientais em termos econômicos. Porém, os efeitos externos geracionais são difíceis de tratar.
Modelo de otimização	Alcança a melhor solução entre as inúmeras alternativas, considerando-se um ou vários objetivos.	Pode resolver as seguintes questões: <ul style="list-style-type: none"> - planejamento de uma rede, - investimentos em diversos períodos, - tamanho e local das instalações, - gerenciamento de infraestruturas.
Simulação	Traça cadeias de eventos contínuos ou discretos, baseado em causa e efeito. Descreve as relações de operações em sistemas complexos e investiga o comportamento dinâmico do sistema.	Desenvolvimento de diversos programas.
Previsão	Caracteriza fluxos de resíduos quantitativa e qualitativamente e constrói um sistema de informações gerenciais, para prever a geração de resíduos.	Modelos relacionados com as variáveis: população, nível de renda, total das despesas de consumo, produto interno bruto, produção, tamanho da família, estrutura etária, indicadores de saúde, taxas de carga para eliminação de resíduos e valor histórico.
Sistema integrado de modelagem	Melhora as ligações sinérgicas entre diferentes modelos.	O modelo fornece: <ul style="list-style-type: none"> - informação dinâmica da geração de resíduos e transporte de resíduos, - padrões de expansão de capacidade ideais para transformação de resíduos em energia, - instalações de aterro ao longo do tempo.

Fonte: Pires; Martinho; Chang (2012)²⁴.

Os modelos de engenharia e ferramentas de avaliação demonstrados no quadro 3 são possibilidades existentes que contribuem para a gestão de resíduos sólidos, apropriando-se das variáveis ambientais, sociais e tecnológicas em função de uma visão prospectiva sustentável, ou seja, alcançar um futuro desejável equilibrando desenvolvimento e meio ambiente. As ferramentas mostram a transversalidade do processo de avaliação e decisão sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos. Isso demonstra as possibilidades de maior articulação desde a estruturação, armazenamento e aplicação de variáveis para a otimização da gestão de resíduos. De forma simplificada há três grupos de ferramentas: apoio a decisão para gestão e planejamento; avaliação dos fluxos; e avaliação de

²⁴Idem

impacto. O primeiro grupo envolve os sistemas de gerenciamento de informações e de desenvolvimento de cenários e tratam de maneira prospectiva as informações. Este tipo de sistema permite projetar e prospectar a evolução de resíduos e os seus possíveis sistemas de gerenciamento.

O segundo grupo trata dos fluxos de resíduos especialmente com as ferramentas de avaliação de fluxo de material e de ciclo de vida. Há diversos modelos e softwares para estas aplicações, que visam organizar os impactos das informações relativas aos produtos e aos fluxos de materiais, com intuito de otimizar o uso, reuso e reutilização dos recursos. O terceiro grupo envolve as ferramentas de avaliação de impacto nos aspectos ambientais e socioeconômicos. As avaliações sob a ótica ambiental possuem diversas ferramentas, como: avaliação de risco, avaliação de impacto ambiental, avaliação ambiental estratégica. A primeira com foco na questão preventiva, com avaliação transversal de sistemas, relacionado a questão ambiental a outras dimensões, como a humana. As duas seguintes com visões mais fundamentais na dimensão puramente ambiental de forma estratégica e para a tomada de decisão. Estas ferramentas sustentam decisões técnicas sobre o tema. A avaliação socioeconômica se apoia em práticas computacionais para o estudo integrado de variáveis relativas as dimensões sociais e econômicas. Por fim, a avaliação sustentável envolve a integração de metodologias.

As ferramentas descritas no quadro 3 demonstram, com isso, a contribuição existente para o estudo, gestão, planejamento e prospecção dos resíduos sólidos urbanos. Em todos estes modelos cabe, sempre, a preocupação e a relevância das variáveis e da confiabilidade e disponibilidade dos dados atribuídos às mesmas para o seu melhor uso e resultado.

Quadro 3
Ferramentas de avaliação do sistema, definições e contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos.

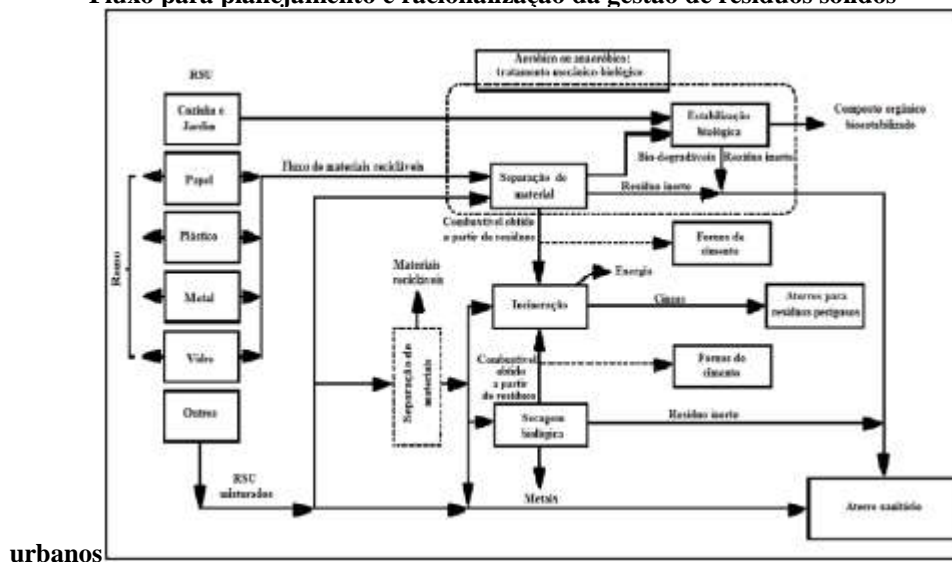
Ferramentas de avaliação do sistema	Descrição	Contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos
Sistema de gerenciamento de informações, sistema de apoio à decisão e os sistemas especiais	Diferentes métodos aplicados para trocar e gerenciar informações. Usado para ajudar na tomada de decisão.	- Armazenamento e transmissão de informações, - apoio à decisão específica, - relaciona a caracterização de fluxo de resíduos com implicações no transporte, transformação e eliminação.
Desenvolvimento de cenários	Criação de sequências hipotéticas de eventos construídos com a finalidade concentrar a atenção em processos causais e pontos de decisão.	Explora eventos que podem ocorrer associados com a gestão resíduos sólidos em uma escala temporal. Contribui com a evolução de cenário para as tendências futuras de estilo de vida e previsões baseadas em cenários de estilo relacionados com a composição dos resíduos.
Análise de fluxo de material	Avaliação sistemática dos fluxos e estoques de materiais dentro de um sistema definido no espaço e no tempo	O desenvolvimento de <i>softwares</i> .
Avaliação do ciclo de vida	Processo para avaliar os danos ambientais associados a um produto,	Diversos modelos desenvolvidos.

	processo ou atividade.	
Avaliação de risco	Relaciona o risco de acidentes ambientais e com a saúde humana através de uma avaliação estatística.	Ajuda na avaliação de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos transversais.
Avaliação de impacto ambiental (AIA)	Visa assegurar que o processo de tomada de decisões relativas às atividades leve em conta os aspectos ambientais.	Resolução de questões polêmicas, escolha técnica e para justificar a escolha da tecnologia de redução de emissões. Rejeição de projeto. Na Europa, é obrigatória para os aterros e instalações de incineração.
Avaliação ambiental estratégica (AAE)	Avaliação ambiental de uma ação estratégica como uma política, um plano ou um programa.	É aplicada na União Europeia, por umadiretiva que obriga sua promoção e elaboração para planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
Avaliação socioeconômica	Consiste em práticas computacionais que se aplicam integrado ao mercado e / ou requisitos de política / regulamentação para gerenciamento de resíduos.	Permite a inclusão de taxas de utilização, de deposição em aterro, créditos de reciclagem, encargos de produtos, sistemas de reembolso de depósitos e esquemas de responsabilidade do produtor na tomada de decisão em sistemas de gerenciamento de resíduos.
Avaliação sustentável	Integração de metodologias, para obtenção de uma análise, avaliação ou planejamento que aproxime vários aspectos de gerenciamento.	Contribui para alcançar um gerenciamento sustentável, focado sobre diferentes aspectos, que combinados, tem alcançado a sustentabilidade.

Fonte: Pires; Martinho; Chang (2012).

Figura 7

Fluxo para planejamento e racionalização da gestão de resíduos sólidos



Fonte: Adaptado de Economopoulos (2012).

Para Economopoulos²⁵, as alternativas de gestão podem ser baseadas nas tecnologias de tratamentos presentes na figura 7. Entre as alternativas, destaca-se a separação dos resíduos recicláveis na fonte, sendo reutilizados ou reciclados. Os resíduos sólidos urbanos misturados podem ser tratados anaerobicamente ou aerobicamente pelo tratamento mecânico-biológico. Obtendo assim, materiais recicláveis, combustível e bioestabilizados orgânicos com os resíduos inertes sendo aterrados. O combustível pode

²⁵Economopoulos, 2012

ser utilizado nas instalações de incineração de resíduos ou em quantidades limitadas nos fornos de cimento. A energia gerada pode ser exportada sob a forma de eletricidade e / ou calor para o aquecimento do lugar ou utilização industrial. Os resíduos que contém substâncias tóxicas devem ser eliminados em instalações apropriadas. Os RSUs misturados também podem ser pré-tratados em instalações de secagem biológica, após a recuperação do material reciclável. O que não pode ser aproveitado é direcionado para o aterro sanitário.

As tecnologias presentes em todos os modelos descritos são, essencialmente, aterro sanitário, incineração, reciclagem e a valorização orgânica. Muitos países europeus ainda utilizam o aterro sanitário como principal tratamento. Países como a Bulgária, Grécia, Letônia, Lituânia, Malta e Romênia destinam mais de 80% dos seus resíduos para os aterros sanitários. Já países como a Bélgica, Dinamarca, Alemanha, Holanda, Áustria e Suécia destinam menos de 5% dos resíduos aos aterros, utilizando-se das tecnologias de reciclagem e também a incineração e, em menor porcentagem, a valorização orgânica. Valorização esta que possui destaque na Áustria e Holanda, que destinam 25% dos resíduos para esta prática ²⁶.

Nos Estados Unidos, a maior parte dos resíduos (53,3%) é destinada aos aterros sanitários. A compostagem e reciclagem correspondem a 34% do tratamento e a incineração corresponde a 11,7% ²⁷.

No Japão, a tecnologia predominante é a incineração, justificado pela falta de áreas para aterros sanitários, devido a limitação geomorfológica. A reciclagem corresponde a 19% do tratamento e o aterro sanitário corresponde apenas 2% ²⁸

No Brasil, predomina o aterramento dos resíduos. A compostagem, reciclagem e incineração ainda são muito incipientes ²⁹. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (2011), baseada nas informações da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, observa que mais de 90% dos resíduos são destinados para aterramento (aterros sanitários, controlados e lixões). Os 10% restantes são distribuídos entre as unidades de compostagem, unidades de incineração, unidades de triagem e reciclagem, vazadouros em áreas alagadas e outros destinos.

Procedimentos metodológicos

Nessa seção é apresentado um modelo de gestão de resíduos sólidos baseado nos modelos apresentados anteriormente, considerando a relevância das variáveis. Foram utilizados os modelos dos seguintes autores: Finnveden *et al.* (2005); Econopoulos (2012); Othman *et al.* (2012). Também é apresentada a técnica de levantamento para a realização desta pesquisa.

²⁶Novais, 2013

²⁷Fundação..., 2012a

²⁸Idem

²⁹ Associação... 2010; Associação..., 2011

Modelo teórico de gestão integrada de resíduos sólidos

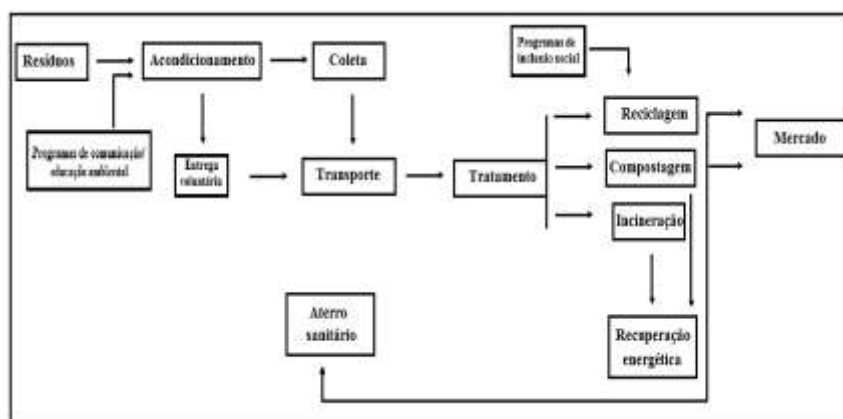
O modelo apresentado contempla as principais etapas de gestão presentes nos modelos apresentados anteriormente e tem como principal objetivo minimizar os rejeitos depositados no aterro sanitário (figura 14). Para isto, a primeira ação é a redução de resíduos na fonte geradora, associado a programas de educação ambiental. O acondicionamento seletivo somados a uma coleta diferenciada que facilitaria o tratamento.

As diversidades de tratamentos ampliam as possibilidades de redução de resíduos que seriam depositados no aterro sanitário. Existe a possibilidade da inclusão social de carrinheiros e recicladores, através de programas na etapa de reciclagem, bem como a implantação de associações ou cooperativas.

A reciclagem e a compostagem podem servir como fonte de recursos financeiros, tanto para o município quanto para os associados ou cooperados. A compostagem também pode proporcionar um aproveitamento energético juntamente com a incineração ou a combustão de resíduos.

Desta forma, seriam depositadas nos aterros as cinzas da combustão ou incineração, além dos rejeitos dos tratamentos de reciclagem e compostagem que podem passar pelo tratamento calorífico antes de chegarem ao aterro sanitário.

Figura 8
Modelo teórico para gestão de resíduos sólidos urbanos baseado nos modelos apresentados



Fonte: Elaborado pelos autores.

Baseado no modelo e nas considerações anteriormente explicitadas foi realizado um levantamento com especialistas utilizando a técnica Delphi, o que possibilitou a complementação e avaliação das variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos urbanos. Após complementação e avaliação feita pelos especialistas, foi determinado as principais variáveis e um novo modelo de gestão foi apresentado para as políticas públicas, levando em conta a relevância de cada variável.

Utilização do Método Delphi

A técnica Delphi tornou-se uma ferramenta essencial na área da administração, projeções tecnológicas e na operação de pesquisas. A incorporação de informações subjetivas para pesquisa é uma necessidade crescente, em particular na avaliação de modelos que apresentam problemas complexos presentes na sociedade, como meio ambiente, transportes, saúde, comunicações, economia, educação, sociologia, entre outros³⁰. Sendo um dos métodos subjetivos de previsão mais confiável, retratando a evolução de situações complexas, por meio da elaboração estatística de opiniões de especialistas sobre o assunto. Entre suas principais características estão o anonimato dos participantes que compõem o grupo, garantindo aos participantes tranquilidade em defender seus argumentos³¹.

De acordo com Godet *et al*³² e Crespo, o método possui três fases. A primeira é a formulação do questionário, seguido pela seleção dos especialistas e por último o procedimento prático e exploração de resultados.

Para a seleção dos especialistas mais indicados para a pesquisa foi utilizado a metodologia proposta por Linstone e Turoff³³ e Crespo. Tal metodologia baseia-se na autoavaliação dos especialistas, refletindo suas habilidades e fontes que lhes permitam defender os seus critérios, através de um questionário. A competência de cada especialista foi mensurada por meio de seu coeficiente de competição (K_{comp}), formado com base no coeficiente de conhecimento (K_c) e no coeficiente de argumentação ou raciocínio (K_a), utilizando a seguinte expressão:

$$K_{comp} = \frac{1}{2}(K_c + K_a)$$

Sendo K_c o coeficiente de conhecimento que possui o especialista sobre o assunto analisado, determinado com base em sua própria autoavaliação. Isto faz com que os especialistas avaliem seus conhecimentos sobre o assunto em uma escala de 0 a 10, em que 0 representa que o especialista não tem conhecimento sobre o assunto e 10 significa que tem uma avaliação completa sobre ele. O resultado de seu conhecimento será multiplicado por 0,1 para obter um valor relativo.

K_a é o coeficiente de argumentação ou raciocínio, derivado de informações fornecidas pelo perito sobre o seu grau de influência (alta, média, baixa), que possui de cada uma das fontes indicadas. O valor desta razão corresponde à soma dos critérios obtido com base nos diferentes graus de influência, considerados pelos especialistas para cada um dos critérios, utilizando um quadro padrão, no qual valores são atribuídos a cada grau de influência para cada critério, como mostrado no quadro 4.

³⁰ Crespo, 2007

³¹ Santoyo, 2012

³² Godet *Et al*, (2000)

³³ Linstone; Turoff (2002)

Quadro 4
Parâmetro para a obtenção de coeficiente de argumento (Ka) de especialistas

Fontes de argumentação	Alto	Médio	Baixo
Análise teóricas realizadas	0,3	0,2	0,1
Experiência possuída	0,5	0,4	0,2
Trabalho com autores nacionais	0,05	0,04	0,03
Trabalho com autores internacionais	0,05	0,04	0,03
Conhecimento do estado do problema no Brasil e no exterior	0,05	0,04	0,03
Sua intuição	0,05	0,04	0,03

Fonte: Linstone; Turoff (2002).

O coeficiente de competência dos especialistas foi calculado com base nos dados obtidos no Kc e Ka, definindo, assim, a seguinte escala de interpretação:

Se $K_{comp} \leq 0,8 < 1,0$ o coeficiente de competição é considerado alto.

Se $K_{comp} \leq 0,5 < 0,8$ o coeficiente de competição é considerado médio.

Se $K_{comp} < 0,5$ o coeficiente de competição é considerado baixo.

O envio do questionário para avaliação das principais variáveis foi realizado por meio do endereço eletrônico dos especialistas, disposto no currículo Lattes, mesmo sítio que serviu para a seleção dos especialistas. As respostas foram encaminhadas para uma planilha no Google *drive*. Após esta etapa, as respostas foram agrupadas e classificadas.

Aplicação do modelo de gestão de resíduos sólidos urbanos

Com as respostas dos especialistas foi possível complementar a gama de variáveis, avalia-las e posteriormente validá-las. Após isto as variáveis foram aplicadas na construção de um modelo de gestão de resíduos sólidos, que levou em consideração a relevância de cada variável. Estas etapas são descritas nas seções abaixo.

Avaliação das variáveis de estudo

Para a complementação das variáveis foi feita uma pergunta aberta, onde os especialistas poderiam incluir novas variáveis, caso considerassem necessário. Foram incluídas quatro novas variáveis: o incentivo financeiro, caracterizado por descontos em impostos, ou qualquer tipo de recompensa para aqueles que realizarem corretamente a segregação dos resíduos, entre orgânicos e recicláveis, além do correto acondicionamento; a composição gravimétrica dos resíduos, definida como informações sobre a composição/caracterização dos materiais que compõem o resíduo, facilitando etapas como a coleta, o transporte e os tratamentos; a interação e participação direta da sociedade nas decisões e ações na gestão dos resíduos sólidos urbanos e; o controle e articulação do composto gerado, definido pela distribuição e/ou negociação do composto (seja pelo encaminhamento para os produtores rurais, utilização municipal ou demais interessados/beneficiados). As quatro novas variáveis foram classificadas como variáveis que podem influenciar ou condicionar as etapas e a gestão de resíduos sólidos.

Com a adição destas novas variáveis a segunda etapa do questionário, ficou com um total de trinta e seis variáveis para avaliação. A avaliação dos especialistas é

demonstrada em dois quadros, que foram segregados de acordo com a classificação feita no quadro 5. No primeiro quadro estão as variáveis presentes diretamente nas etapas de gestão dos resíduos sólidos urbanos e as variáveis que fazem parte da forma de gestão.

Quadro 5
Ponderações dos especialistas sobre as variáveis presentes diretamente nas etapas de gestão dos resíduos sólidos urbanos e as variáveis que fazem parte da forma de gestão

Especialista/ Variável	Ac ³⁴	Co	Pe	Pv	Et	Cp	Re	Ta	Ui	As	Ci	Tp
1	1	1	3	3	3	3	1	1	2	3	3	1
2	1	1	1	1	3	1	1	3	3	2	1	3
3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
4	2	1	1	1	3	1	2	2	2	2	2	3
5	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	3
6	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2
7	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	2	3
8	2	2	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2
9	1	2	2	2	2	2	2	3	2	1	3	3
10	1	1	1	1	2	2	1	2	3	1	1	1
11	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
12	2	1	2	4	3	2	2	3	3	1	3	3
13	3	2	3	3	3	2	2	2	4	1	2	2
14	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3

Fonte: Elaborado pelos autores. Nota: As cores branca, azul, laranja e rosa apenas referenciam respectivamente as repostas: extremamente relevante (1), muito relevante (2), pouco relevante (3) e ligeiramente relevante (4).

No quadro 6 estão as variáveis que podem influenciar ou condicionar as etapas e a gestão de resíduos sólidos. Na coluna estão os especialistas, um total de catorze e na horizontal estão as variáveis, indicadas por siglas. Com relação as respostas dadas pelos especialistas, houve um predomínio da resposta extremamente relevante (1), correspondendo a um total de 52,18%, seguido da resposta muito relevante (2), com 34,72% das escolhas. A opção, pouco relevante (3) obteve 11,50% das escolhas e as respostas ligeiramente relevante (4) e irrelevante (5) obtiveram as menores escolhas, representando 1,19% e 0,39% respectivamente. Estes resultados demonstram a importância de todas as variáveis dentro do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos.

³⁴Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Cp= Compostagem; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo; Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Ci= Cooperativismo; Tp= Terceirização/parceria.

Validação do conjunto de variáveis propostas

Antes da determinação das variáveis, foi feito um teste de confiabilidade da escala utilizada no questionário, para determinar as principais variáveis, utilizando-seo coeficiente alfa de Cronbach, uma das ferramentas estatísticas mais difundidas e importantes aplicadas a pesquisas ³⁵.

Para medir alfa, considera-se X como sendo uma matriz n x k, que corresponde às respostas quantificadas de um questionário. Cada coluna representa uma questão e cada linha de X representa um sujeito. As respostas quantificadas podem estar em qualquer escala ³⁶. O coeficiente alfa de Cronbach é mensurado pela equação:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[\frac{\sigma_r^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_r^2} \right]$$

Sendo o coeficiente maior que 0,7, é possível afirmar a confiabilidade da escala ³⁷. Para o cálculo do coeficiente foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Segundo Guimarães (2007) ³⁸, o *software* é utilizado para análise estatística de dados, em um ambiente de fácil manipulação, utilizando-se de menus e janelas de diálogos, que possibilitam realizar cálculos complexos e visualizar os resultados de forma simples e autoexplicativas. Para a análise foi inserido o conjunto de variáveis e os dados. Em seguida foi selecionado a opção analisar presente na parte superior do programa. Depois foi selecionada a opção escala – análise de confiabilidade, selecionando o modelo alfa. Após isto o programa analisou as respostas e o resultado demonstra que há confiabilidade para o conjunto de variáveis (36), pois o coeficiente de Cronbach é 0,922 (maior que 0,7).

Todas as variáveis encontradas possuem uma determinada importância dentro do sistema. Logo, o tratamento dos resultados possibilitou demonstrar as principais variáveis através de uma classificação, a partir dos resultados obtidos pelo questionário. No gráfico 1 estão as variáveis classificadas e ponderadas, podendo alcançar uma ponderação máxima de valor 56.

Entre as variáveis apresentadas no gráfico 1, três chamam a atenção do ponto de vista de relevância. A primeira é a variável considerada menos relevante, a usina de incineração, muito utilizada em países desenvolvidos como a Alemanha e Japão, justificada pela ausência de espaço físico para tratamentos e principalmente aterros sanitários ³⁹. Esta alternativa é pouca utilizada no Brasil, porque uma das principais formas de tratamento

³⁵Cortina, 1993

³⁶Leontitsis; Page, 2007

³⁷Martins, 2006

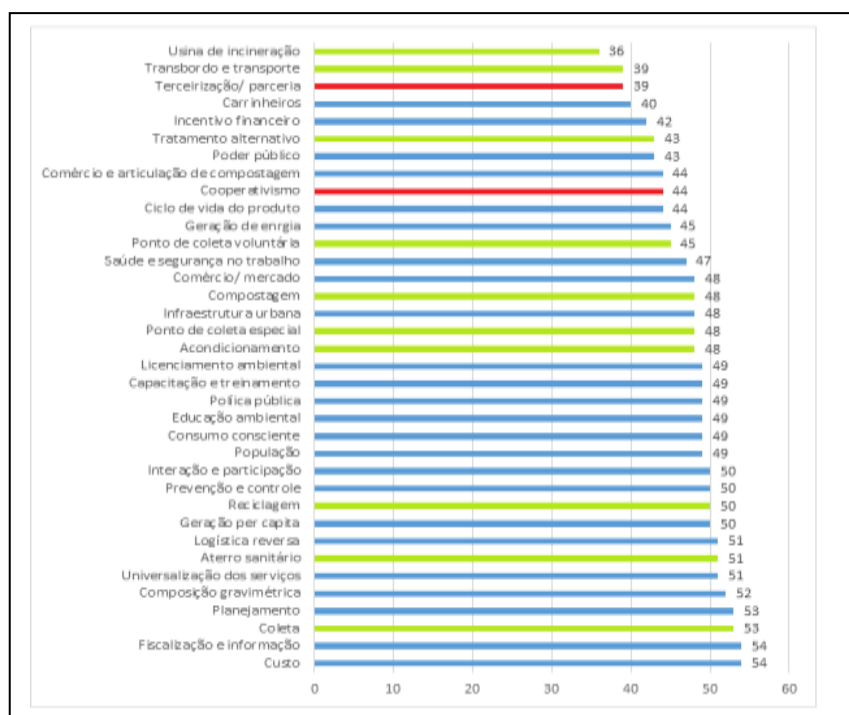
³⁸Guimarães, 2007

³⁹Fundação..., 2012a

é o aterramento dos resíduos 40, mas que já apresenta problemas, principalmente pela necessidade de grandes áreas para construção de novos aterros, o que gera impasse entre município e a população que vive em torno das áreas que podem servir como aterro.

As outras duas variáveis que chamam a atenção por não serem relevantes para a gestão de resíduos sólidos são: carrinheiros e cooperativas, visto que receberam destaque na Política Nacional de Resíduos Sólidos para integração na cadeia de resíduos sólidos urbanos devido ao importante papel que desenvolvem nos municípios⁴¹.

Gráfico 1
Ponderação dos especialistas sobre as variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos urbanos



- Variáveis que podem influencia ou condicionar as etapas e a gestão de resíduos sólidos
- Variáveis presentes diretamente nas etapas de gestão dos resíduos sólidos urbanos
- Variáveis que fazem parte da forma de gestão.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Modelo teórico adaptado para a gestão de resíduos sólidos urbanos

Na seção 2 deste artigo foi apresentada uma série de modelos para a gestão de resíduos sólidos e posteriormente, na seção 3, foi apresentado um modelo teórico para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

O modelo adaptado a partir do modelo teórico da figura 8 é apresentado na figura 9. As diferenças entre o modelo apresentado na figura 8 e o modelo revisitado (figura 9) aqui

⁴⁰ Associação..., 2011

⁴¹ Brasil, 2010a

demonstrado são a inclusão de todas as variáveis encontradas na gestão de resíduos sólidos urbanos e os seus graus de relevâncias dentro do modelo, definido pelo resultado pela pesquisa com especialistas.

São principalmente as variáveis que não estão explicitamente visíveis na gestão de resíduos sólidos urbanos e segundo os resultados da pesquisa são relevantes para o desenvolvimento do sistema. Como, por exemplo, as variáveis consideradas extremamente relevantes como: Custo; Planejamento; Fiscalização e informação. Outras variáveis que não estão presentes no modelo da figura 8 são: Políticas públicas; Poder público; Universalização dos serviços; Infraestrutura urbana; Saúde e segurança no trabalho; Treinamento e capacitação; Terceirização/ parcerias; Pontos de coleta especial; Logística reversa; Licenciamento ambiental; Articulação do composto gerado.

O modelo engloba todas as variáveis estudadas e demonstra quais variáveis são relevantes para uma primeira análise ou implementação. De acordo com os pressupostos apresentados, a implantação das variáveis mais relevantes e que influenciam o desenvolvimento integrado de todo o sistema, poderia evitar o desperdício de recursos públicos. Recurso que poderia financiar a potencialização de todo sistema, possibilitando novas formas de recursos e possibilitando a implementação de todas as variáveis. Representando ganhos principalmente nas esferas sócias, ambientais, econômicas.

A sequência para análises ou implementações das variáveis, podem ser observadas pelas cores e tamanho das variáveis. Desta forma, a sequência mais relevante é: vermelho, amarelo, azul, preto, verde, roxo e rosa, levando em conta as influências diretas e indiretas das variáveis, além das relações cruzadas entre elas.

As variáveis que entram em contato com a linha laranja, são variáveis que estão relacionadas diretamente ou indiretamente com todo o sistema. São elas: Poder público; Políticas públicas; Planejamento; Custo; Fiscalização e informação; Universalização dos serviços; Prevenção e controle; Infraestrutura urbana; Saúde e segurança no trabalho; Capacitação e treinamento; Terceirização/ parceria. As demais variáveis acabam influenciando indiretamente as etapas posteriores do sistema, possuindo uma relação mais direta com as variáveis próximas (figura 9).

O objetivo principal de um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos é tratar da melhor forma possível os resíduos. Considerando aspectos ambientais, sociais, culturais, econômicos, tecnológicos e de saúde pública (BRASIL, 2010a). Aproveitando o potencial dos resíduos e reduzindo consideravelmente a quantidade de rejeitos destinados aos aterros, sendo utilizados apenas para as escórias provenientes das etapas finais dos tratamentos.

Considerações finais

Esta pesquisa teve como objetivo identificar as variáveis mais relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. Desta forma, foi construído um modelo teórico a partir do estado da arte, que serviu de base para a construção de um novo modelo que demonstra as variáveis mais relevantes para avaliação e implantação de uma gestão de resíduos sólidos. Este novo modelo foi complementado a partir da seleção das variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos para definição de políticas de gestão de resíduos.

Para isso, foram selecionados especialistas que avaliaram e complementaram uma gama de variáveis. No total foram identificadas e avaliadas trinta e seis variáveis (Acondicionamento; Coleta; Ponto de coleta especial; Pontos de coleta voluntária; Estação de transbordo/transporte; Reciclagem; Tratamento alternativo; Compostagem; Usina de incineração; Aterro sanitário; Terceirização/parceria; Cooperativismo; População; Geração per capita; Consumo consciente; Educação ambiental; Ciclo de vida do produto; Infraestrutura urbana; Poder público; Políticas públicas; Capacitação e treinamento; Carrinheiros; Saúde e segurança no trabalho; Custo; Comercialização e mercado; Aproveitamento energético; Licenciamento ambiental; Prevenção e controle; Fiscalização e informação; Universalização dos serviços; Planejamento; Logística reversa; Incentivo financeiro; Composição gravimétrica; Interação e participação; Comércio e articulação do composto gerado).

A partir destas variáveis buscou determinar as mais relevantes, baseado nas relações direta como indireta entre as variáveis, fundamentado nas respostas dadas pelos especialistas.

Com a resposta dos especialistas foi construído uma matriz de relações diretas, que possibilitou uma análise indireta das variáveis e permitiu evidenciar as variáveis mais relevantes, segundo a influência e a dependência tanto direta como indireta dentro do sistema, além das relações entre as variáveis.

Com análise foi possível estabelecer uma visão prospectiva de quais variáveis são desafios para a gestão de resíduos. São elas: Fiscalização e informação; Universalização de serviços; Políticas públicas; Coleta; Custo; Prevenção e controle; Reciclagem; Ponto de coleta especial; Planejamento.

Com relação a influência direta as variáveis mais relevantes são: Fiscalização e informação; Universalização de serviços; Coleta; Custo; Prevenção e controle; Reciclagem; Planejamento; Interação e participação; Geração per capita; Composição gravimétrica. Entre as variáveis com influência indireta mais relevante estão: Fiscalização e informação; Universalização de serviços; Coleta; Custo; Prevenção e controle; Reciclagem; Planejamento; Interação e participação; Geração per capita; Logística reversa.

Com base nestes resultados as variáveis, que mais se destacaram foram: Custo; Planejamento; Aterro sanitário; Fiscalização e informação; Coleta; Geração per capita; Reciclagem; Interação e participação; Prevenção e controle. Estas variáveis são

teoricamente os primeiros passos para alcançar um futuro desejado, seja implantando uma nova gestão integrada de resíduos sólidos urbanos ou aprimorando uma existente.

A sequência de variáveis relevantes serve também para o aprimoramento das variáveis existentes, visando melhorar o funcionamento do sistema. Desta maneira o trabalho serve como um instrumento de tomada de decisão para a implantação ou aperfeiçoamento de novas ações dentro de um sistema de gestão de resíduos sólidos, bem como avaliar a atual situação de um sistema, propondo mudanças específicas e relevantes. Considera-se importante a contribuição desta pesquisa para a academia, no que diz respeito a consolidação de pesquisas que alinhem problemas urbanos e regionais com a discussão teórica sobre o tema. Para o Estado, é fundamental avaliar a situação da gestão de resíduos sólidos urbanos, visto que uma gestão inadequada colabora com uma série de problemas, principalmente ligadas as áreas sociais e ambientais.

Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010*. Disponível em: http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf. Acesso em: 17 jun. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2011*. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_envio.cfm?ano=2011. Acesso em: 17 jun. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS.. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012*. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2013.

BANAR, Mufide; COKAYGIL, Zerrin; OZKAN, Aysun. Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir, Turkey. *Waste management*, 2009, v. 29, n. 1, p. 54-62.

BRASIL. Decreto-Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União República Federativa do Brasil*, Brasília, DF. 03 ago. 2010.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF. 23 dez. 2010.

BRASIL.Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, 2012. Disponível em:

<http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657>. Acesso em: 03 jun. 2013.

CHANG, N.-B., CHANG, Y.-H., CHEN, H.-W., 2009.Fair fund distribution for a municipal incinerator using GIS-based fuzzy analytic hierarchy process.*Journal of Environmental Management*, 2009, v.90 n. 1, p. 441-454.

CORTINA, Jose. M. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications.*JournalofAppliedPsychology*, 1993, v. 78, p. 98-104.

CRESPO, Tomás. *Respuestas a 16 preguntassobreempleo de expertosemlainvestigaciónpedagógica*.1 ed. Lima: San Marcos, 2007.

ECONOMOPOULOS, Alexander P. Planning Tools and Procedures for Rational Municipal Solid Wastes Management. In: KARAGIANNIDIS, Avraam K. *Waste to Energy: opportunities and challenges for developing and transition economies*. London: Springer, 2012.

FERREIRA, João A.; DOS ANJOS, Luiz A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. *Cadernos de SaúdePública*, 2001, v. 17, n. 3, p. 689-696.

FINNVEDEN, Göran et al. Life cycle assessment of energy from solid waste—part 1: general methodology and results. *JournalofCleanerProduction*, 2005, v. 13, n. 3, p. 213-229.

FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. *Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão*. 2012. Disponível em: <<http://www.tecnologiasresiduos.com.br/secao/publicacao/>>. Acesso em: 23 mai. 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: guia de orientação para governos municipais de Minas Gerais/ Fundação Estadual do Meio Ambiente*. Belo Horizonte: FEAM, 2012. 163p.

GODET, Michel *et al.* “A caixa de ferramentas” da prospectiva estratégica. Caderno n. 5. Lisboa: Centro de Estudos de Prospectiva e Estratégia, 2000.

GOUVEIA, Nelson. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. *Saúde e Sociedade*, 1999, v.8, n.1, p.49-61.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciênc. saúde coletiva*, 2012, v. 17, n. 6. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1413-81232012000600014&lng=en&nrm=iso>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

GUIMARÃES, Juliana B. de S. *Análise Estatística Utilizando o SPSS: Guia prático de comandos*. Rio de Janeiro: Proac-UFF, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. *Estudos e pesquisa: Informação Geográfica. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2010*. n. 7. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

JACOBI, Pedro R.; BESEN, Gina R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 2011, v. 25, n. 71. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142011000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 jun. 2013.

LEONTITSIS, A.; PAGGE, J.A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance. *Mathematics and Computers in Simulation*, 2007, v. 73, p. 336-340.

LINDSTONE, Harold. A.; TUROFF, Murray. *The Delphi Method: techniques and applications*. EBook. 2002.

MARIUZZO, Patrícia. Hidrelétricas são a opção energética mais limpa e barata para o Brasil. *Inovação Uniemp*, 2007, v. 3, n. 2.

MONTEIRO, José H. P. et al. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

NOVAIS, Rosa. Sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos Experiência Europeia. In: Seminário de internacional de engenharia de saúde pública, 4. 2013, Belo Horizonte. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/Rosa_Dores-.pdf>. Acesso em: 30 set. 2013.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. OECD, 2008. *Environmental Outlook to 2030*. Disponível em: <<http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/40200582.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2013.

OTHMAN, Siti N. et al. Review on life cycle assessment of integrated solid waste management in some Asian countries. *Journal of Cleaner Production*, 2012, v. 41, p. 251-262.

PIRES, Ana; MARTINHO, Graça; CHANG, Ni-Bin. Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques. *Journal of environmental management*, 2011, v. 92, n. 4, p. 1033-1050.

SANTOYO, Alain H. *Bases teórico metodológicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales con base en técnicas de decisión multicriterio*. Estudio de caso: Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, República de Cuba. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Universidad de Alicante, España. 2012.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE CURITIBA. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/equipe-smma/116>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. *Consulta de indicadores de resíduos sólidos urbanos*. 2010. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/consulta-de-indicadores>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

THOMAS, Bernie; MCDUGALL, Forbes. International expert group on life cycle assessment for integrated waste management. *Journal of Cleaner Production*, 2005, v. 13, n. 3, p. 321-326.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Developing Integrated Solid Waste Management Plan Training Manual*. Osaka/Shiga, v. 2, p 1-25, 2009.

ZANTA, Viviana M.; FERREIRA, Cynthia F. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos. In: CASTILHOS JUNIOR (Coord). *Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte*. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003.

ZURBRÜGG, Christian. Urban Solid Waste Management in Low-Income Countries of Asia How to Cope with the Garbage Crisis. *Urban Solid Waste Management Review Session*, Durban, p. 1-13, 2003.

- © Copyright Christian Luiz da Silva, 2015.
- © Copyright Gabriel Massao Fugii, 2015
- © Copyright Nadia Solange Schimdt Bassi, 2015
- © Copyright Alain Hernández Santoyo, 2015
- © Copyright *Biblio3W*, 2015.

Ficha bibliográfica:

LUIZ DA SILVA, Christian *et al.* O que é relevante para planejar e gerir residuos solidos. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de marzo de 2015, Vol. XX, nº 1114. <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-1114.pdf>>. [ISSN 1138-9796].